

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

**DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL**

**DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN ANIMAL**



**Efecto de la suplementación con levaduras *Saccharomyces cerevisiae* en el crecimiento y desarrollo de terneras Holstein**

**POR:**

**ALONDRA YAMILETT CASAS PEÑA**

**TESIS**

**Presentada como requisito parcial para obtener el Título de:**

**INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA**

**Saltillo, Coahuila, México**

**Junio, 2023**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

**DIVISION DE CIENCIA ANIMAL**

Efecto de la suplementación con levaduras *Saccharomyces cerevisiae* en el crecimiento y desarrollo de terneras Holstein

**POR:**

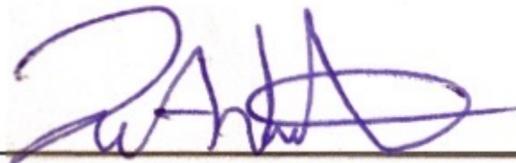
**ALONDRA YAMILETT CASAS PEÑA**

**TESIS**

Que somete a la consideración del H. Jurado Examinador como requisito para obtener el título de:

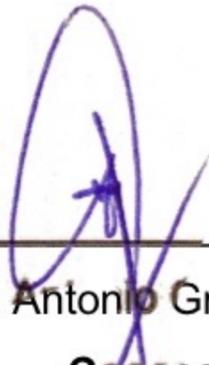
**INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA**

Aprobada por:



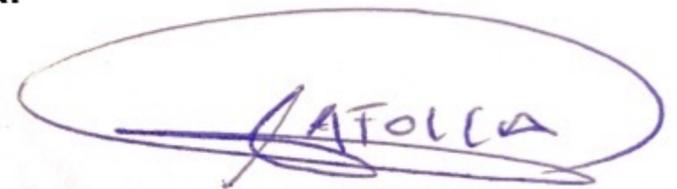
Dr. Juan Antonio Núñez Colima

**Asesor principal**



Dr. Juan Antonio Granados Montelongo

**Coasesor**



Dr. Julio Cesar Tafolla Arellano

**Coasesor**



MC. Myrna Julieta Ayala Ortega

**Suplente**

Saltillo, Coahuila, México, junio 2023

## DECLARACIÓN DE NO PLAGIO

El autor quien es el responsable directo, jura bajo protesta de decir verdad que no se incurrió en plagio o conducta académica incorrecta en los siguientes aspectos; Reproducción de fragmentos o textos sin citar la fuente o autor original (cortar y pegar); reproducir un texto propio publicado anteriormente sin hacer referencia al documento original (auto plagio); comprar, robar o pedir prestados los datos o la tesis para presentarla como propia; omitir referencias bibliográficas o citar textualmente sin usar comillas; utilizar ideas o razonamientos de un autor sin citar; utilizar material digital como imágenes, videos, ilustraciones, gráficos, mapas o datos sin citar al autor original y/o fuente, así mismo tengo conocimiento de que cualquier uso distinto de estos materiales como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por las autoridades correspondientes. Por lo anterior me responsabilizo de las consecuencias de cualquier tipo de plagio en caso de existir y declaro que este trabajo es original.

Pasante

*Alondra Casas*

---

Alondra Yamilett Casas Peña

## **DEDICATORIA**

### **A MIS PADRES**

Sonia Griselda Peña Torres y Enrique Casas Núñez, por darme la vida y brindarme las herramientas necesarias para vivirla y salir adelante, por hacer de mí una persona de bien. Por estar conmigo en las buenas y en las no tan buenas, apoyándome siempre. Sin ustedes nada de esto sería posible.

### **A MI HERMANA**

Lesly Griselda Casas Peña, por ser mi compañera de vida y mi confidente, por escucharme hablar de lo que más me gusta, por aconsejarme y ayudarme cuando más lo he necesitado, por siempre estar conmigo celebrando mis logros, sin duda eres una pieza clave de todo lo que he logrado.

### **A MIS ABUELOS**

Francisco Casas, Esperanza Núñez, Victoriano Peña y Lorenza Torres, porque, aunque hoy no estemos en el mismo plano existencial fueron y son pieza importante en mi educación y en mi vida.

### **A MIS COMPAÑEROS**

Mariana Córdova, José Ventura, Brayan Velasco, Vicencio Santiago, Donaldo González, Jesús Díaz y Francisco de los Santos por compartir el tiempo entre clases, risas, carcajadas y por brindarme su amistad y hacer todo este proceso más ameno.

### **A OMAR DE JESÚS LOPEZ ACOSTA**

Por brindarme su compañía, amor y apoyo durante mis últimos semestres de universidad, gracias por siempre confiar en mí y estar ahí cuando más lo necesite, eres pieza clave en este proceso y en la vida que me falta por vivir.

### **A MIS FIELES COMPAÑERAS**

Lula y Canela, por desvelarse conmigo y estar a mi lado gran parte de mi vida, por siempre esperar mi regreso a casa.

## **AGRADECIMIENTOS**

**A mi alma mater**, la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por ser mi segundo hogar y formarme como profesionista, por regalarme momentos, experiencias y amistades que llevaré siempre en mi corazón.

**A mis padres**, sin ustedes nada de esto sería posible, soy quien soy gracias a ustedes, por creer en mí y apoyarme siempre en todo.

**A mi hermana**, por siempre estar para mí y escucharme cuando más lo necesitaba.

**A mi mejor amigo**, gracias por siempre estar, y ser mi compañero durante la mayor parte de mi vida.

**Al Dr. Juan Antonio Núñez Colima**, por darme su apoyo, por formarme de la manera en la que lo hizo, por motivarme a hacer cosas de las que no sabía que era capaz y por guiarme durante este proceso.

**Al Dr. Juan Antonio Granados Montelongo**, por brindarme su apoyo cuando se lo pedí y corregirme cuando fue necesario.

**Al MVZ Ricardo Antonio Pérez Brígido**, por permitirme realizar mi trabajo de tesis con las becerras del establo El Compás y brindarme su apoyo durante mi estancia.

## INDICE

RESUMEN.....	11
ABSTRACT .....	12
<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>13</b>
1.1. <i>Objetivo</i> .....	14
1.2. <i>Objetivos específicos</i> .....	14
1.3. <i>Hipótesis</i> .....	15
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>15</b>
2.1. <i>Producción de leche en México</i> .....	15
2.2. <i>Estados productores en México</i> .....	16
2.3. <i>Principales razas productoras de leche en México</i> .....	16
2.3.1. Pardo Suizo.....	17
2.3.2. Jersey .....	17
2.3.3. Holstein Fresian .....	17
<b>2.4. Crianza de terneros</b> .....	17
2.5. <i>Alimentación líquida a base de calostro, leche y sustituto de leche</i> .....	18
2.6. <i>Ganancia de peso</i> .....	19
2.7. <i>Estancia individual</i> .....	19
2.8. <i>Bióticos implementados en la alimentación animal</i> .....	19
2.8.1 Porcinos .....	20
2.8.2. Ovejas.....	20
2.8.3. Bovino de carne .....	21
2.8.4. Bovino de leche.....	21
2.9. <i>SmartCare®</i> .....	22
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>22</b>
3.1. <i>Descripción del alojamiento</i> .....	22
3.2. <i>Condición de las terneras</i> .....	23
3.3. <i>Plan de alimentación</i> .....	24
3.4. <i>Variables a evaluar</i> .....	25
3.5. <i>Análisis estadístico</i> .....	26
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>27</b>
4.1. <i>Ganancia de peso diaria en kg al destete</i> .....	27
4.2. <i>Ganancia de peso en kg del destete a los 90 días</i> .....	30
4.3. <i>Ganancia de peso diaria en kg del destete a los 90 días</i> .....	31

4.4.	<i>Ganancia de peso en kg al destete.....</i>	32
4.5.	<i>Ganancia de altura en cm al destete.....</i>	34
4.6.	<i>Ganancia de altura en cm del destete a los 90 días .....</i>	36
4.7.	<i>Ganancia de peso total en kg desde el nacimiento a los 90 días .....</i>	37
4.8.	<i>Ganancia de altura total en cm desde el nacimiento a los 90 días .....</i>	39
<b>V.</b>	<b>CONCLUSIÓN .....</b>	<b>40</b>
<b>VI.</b>	<b>LITERATURA CITADA.....</b>	<b>42</b>
	<b>Anexos .....</b>	<b>47</b>

## INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Días que las terneras ingirieron levaduras dependiendo del tratamiento y descripción de los tratamientos.....	23
Cuadro 2. Programa de alimentación con leche en el establo El Compás. ....	24
Cuadro 3. Plan de alimentación en la toma de leche matutina + 1gr de SmartCare®. 24	
Cuadro 4. Resultados de la prueba de normalidad de cada una de las variables. ....	26
Cuadro 5. Resultados de la prueba ANOVA para las variables: GAN/D PESO/KG DEST, GAN PESO/KG DEST-90D y GAN/D KG DEST-90D las cuales tuvieron una distribución normal.....	27
Cuadro 6. Ganancia diaria de peso al destete, Ganancia de peso del destete a los 90 días y Ganancia diaria de peso del destete a los 90 días para los diferentes tratamientos basados en el uso de Smartcare® en terneras Holstein. ....	29
Cuadro 7. Resultado de la prueba Kruskal Wallis para la variable Ganancia de peso en kg al destete. ....	32
Cuadro 8. Gancia de peso en kg al destete y ganancia de altura en cm al destete para los diferentes tratamientos basados en el uso de Smartcare® en terneras Holstein. ...	33
Cuadro 9. Resultados de la prueba Kruskal Wallis para la variable Ganancia de altura en cm al destete. ....	34
Cuadro 10. Resultados de la prueba Kruskal Wallis para la variable Ganancia de altura en cm del destete a los 90 días. ....	36
Cuadro 11. Resultado de la prueba Kruskal Wallis para la variable Ganancia total en kg del nacimiento a los 90 días.....	37
Cuadro 12. Ganancia de altura en cm del destete a los 90 días, Ganancia total de peso en kg del nacimiento a los 90 días y Ganancia total de altura en cm del nacimiento a los 90 días para los diferentes tratamientos basados en el uso de Smartcare® en terneras Holstein.....	38
Cuadro 13. Resultados de la prueba Kruskal Wallis para la variable Ganancia total de altura en cm del nacimiento a los 90 días. ....	39

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Gráfico de caja de los promedios de la ganancia de peso diaria en kilogramos al destete.....	28
Figura 1. Gráfico de caja de los promedios de la ganancia de peso en kilogramos del destete a los 90 días.....	30
Figura 2. Gráfico de caja de los promedios de la ganancia de peso diaria en kilogramos del destete a los 90 días.....	31
Figura 3. Gráfico de caja de los promedios de la ganancia de peso en kilogramos al destete de.....	33
Figura 4. Gráfico de caja de los promedios de la ganancia de altura en centímetros al destete.....	35
Figura 5. Gráfico de caja de los promedios de la ganancia de altura en centímetros del destete a los 90 días.....	36
Figura 6. Gráfico de caja de los promedios de la ganancia de peso en kilogramos del nacimiento a los 90 días.....	39
Figura 7. Gráfico de caja de los promedios de la ganancia de altura en centímetros del nacimiento a los 90 días.....	40

INDICE DE ANEXOS

Fotografía 1.....47

Fotografía 2.....47

Fotografía 3.....48

Fotografía 4.....48

Fotografía 5.....49

Fotografía 6.....49

Fotografía 7.....50

Fotografía 8.....50

Fotografía 9.....51

Fotografía 10.....51

## RESUMEN

México se divide en tres regiones productoras de leche, siendo la región de la comarca lagunera que es integrada por Coahuila y Durango la que ocupa el primer lugar en producción de leche con una producción de 2,448 millones de litros anuales. La crianza de terneros es parte fundamental de la industria lechera ya que impacta a futuro; en aspectos reproductivos, índice de supervivencia de vaquillas y mejora la genética del rebaño. Las levaduras son muy importantes en la alimentación animal, siendo *Saccharomyces cerevisiae* la más utilizada, ya que incrementa el consumo y por consecuencia aumenta la ganancia diaria promedio de los animales. El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de la suplementación diferentes tratamientos de suplementación con levadura *Saccharomyces cerevisiae* en 60 terneras Holstein en el periodo previo al destete y a los 90 días de vida en el establo El Compás en Gómez Palacio, Durango. Las variables a evaluar fueron ganancia de peso en kg al destete, ganancia diaria promedio en kg al destete, ganancia de altura en cm al destete, ganancia de peso en kg del destete a los 90 días, ganancia diaria promedio en kg del destete a los 90 días, ganancia de altura en cm del destete a los 90 días, ganancia de peso en kg del nacimiento a los 90 días y ganancia de altura en cm del nacimiento a los 90 días. La suplementación con levaduras *Saccharomyces cerevisiae* durante la mayor parte del tiempo en el periodo previo al destete aumentó la ganancia diaria promedio y por consecuencia la ganancia de peso al destete, así como la altura de las terneras.

Palabras clave: Holstein, suplementación, *Saccharomyces cerevisiae*, destete, ganancia diaria promedio.

### ABSTRACT

Mexico is divided into three milk regions; being the region of the Comarca Lagunera, which is integrated by Coahuila and Durango, the one that occupies the first place in milk production with a production of 2,448 million liters per year. The breeding of calves is a fundamental part of the dairy industry since it has a future impact on reproductive aspects like heifer survival rate and improves herd genetics. Yeasts are very important in animal feeding, being *Saccharomyces cerevisiae* the most used, since it increases consumption and consequently increases the average daily gain of the animals. The objective of the present study was to evaluate the effect of different supplementation treatments with *Saccharomyces cerevisiae* yeast in 60 Holstein calves in the pre-weaning period and at 90 days of life in the El Compás dairy in Gómez Palacio, Durango. The variables to be evaluated were weight gain in kg at weaning, average daily gain in kg at weaning, height gain in cm at weaning, weight gain in kg from weaning to 90 days, average daily gain in kg from weaning to 90 days, height gain in cm from weaning to 90 days, weight gain in kg from birth to 90 days and height gain in cm from birth to 90 days. Supplementation with *Saccharomyces cerevisiae* yeast for most of the time in the pre-weaning period increased the average daily gain and consequently the weight gain at weaning as well as the height of the calves.

Key words: Holstein, supplementation, *Saccharomyces cerevisiae*, weaning, average daily gain.

## I. INTRODUCCIÓN

En gran cantidad de países se produce leche y se elaboran subproductos, los cuales forman parte esencial de la dieta de la población, los países ubicados en el mediterráneo, cercano oriente, subcontinente indio, la sabana en África occidental y oriental y en diversas partes de América del sur y central son grandes productores de leche, en estos países la producción se ha elevado debido al incremento de ganado lechero (Kapaj & Deci, 2017).

México se encuentra dentro de los 16 países con mayor producción de leche en el mundo, los países productores de leche se dividen en dos categorías: los países altamente desarrollados y los países que cuentan con las medidas agroclimáticas que favorecen la producción (Loera & Banda, 2017), se divide en tres zonas productoras: la región tropical en donde la producción de leche representa el 53.4 % de los ingresos totales y los terneros representan el 57.3 % de los ingresos totales (Albarrán-Portillo et al., 2015), la región árida y semiárida y la comarca lagunera con una producción de 2,448 millones de litros anuales que es integrada por los estados de Coahuila y Durango; los cuales ocupan el primer lugar nacional en producción de leche (Loera & Banda, 2017).

La crianza de terneros impacta al rebaño a futuro en los parámetros: reproductivos, índice de supervivencia en vaquillas y mejorar la genética del rebaño (Murakami et al., 2016). El periodo previo al destete es muy importante, un buen manejo de la crianza de las terneras mejora la ganancia diaria de peso, lo cual minimiza los costos de crianza y mejora la producción en una primera lactancia (Hyde et al., 2021).

Los aditivos en especial las levaduras son muy importantes en la alimentación animal, la principal levadura que se utiliza es *Saccharomyces cerevisiae* (Sartori et al., 2017). El uso de esta levadura aumentó la última década debido a la prohibición de los antibióticos que promueven el crecimiento en los animales ya que aumenta el apetito, lo cual incrementa el consumo y por consecuencia aumenta la ganancia diaria promedio (Alnaimy Mostafa Habeeb, 2017).

Son pocos los estudios donde se involucran las levaduras en leche para incrementar el crecimiento de los animales, Özsoy et al., (2013) evaluaron el efecto de levaduras en alimento sólido para caprinos, del mismo modo Lin et al., (2021) trabajaron con terneras Holstein las cuales fueron suplementadas con cultivo de levadura en alimento iniciador para evaluar parámetros de fluidos sanguíneo y ruminales, del mismo modo Zhang et al., (2022) trabajaron con terneros previos al destete, los cuales fueron suplementados con levaduras. Por otro lado Harris et al., (2017) evaluaron terneros en etapa previa al destete suplementados con cultivo de levadura como sustituto de leche para evaluar rendimiento de la salud.

### **1.1. Objetivo**

Evaluar diferentes tratamientos de suplementación en leche de desecho con levadura *Saccharomyces cerevisiae* en 60 terneras Holstein en el periodo previo al destete y a los 90 días de vida en el establo El Compás en Gómez Palacio, Durango.

### **1.2. Objetivos específicos**

- I Evaluar la ganancia de peso, altura, ganancia de peso diaria al destete en 60 terneras Holstein suplementadas con levaduras *Saccharomyces cerevisiae* (*S. cerevisiae*) en leche de desecho en diferentes cantidades de días en el establo El Compás en Gómez Palacio, Durango.
- II Evaluar la ganancia de peso, altura, ganancia de peso diaria del destete a los 90 días en 60 terneras Holstein suplementadas con levaduras *Saccharomyces cerevisiae* (*S. cerevisiae*) en leche de desecho en diferentes cantidades de días en el establo El Compás en Gómez Palacio, Durango.
- III Evaluar la ganancia de peso y altura del nacimiento a los 90 días en 60 terneras Holstein suplementadas con levaduras *Saccharomyces cerevisiae* (*S. cerevisiae*) en leche de desecho en diferentes cantidades de días en el establo El Compás en Gómez Palacio, Durango.

### 1.3. Hipótesis

La suplementación con levaduras *Saccharomyces cerevisiae* en leche de desecho en el periodo previo al destete aumentará la ganancia diaria promedio y la altura de las terneras al destete.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

En gran cantidad de países se produce leche y se elaboran subproductos, los cuales forman parte esencial de la dieta de la población, los países ubicados en el mediterráneo, cercano oriente, subcontinente indio, la sabana en África occidental y oriental y en diversas partes de América del sur y central son grandes productores de leche, en estos países la producción se ha elevado debido al incremento de ganado lechero (Kapaj & Deci, 2017). La demanda de productos lácteos en el mundo ha aumentado debido al aumento de la población y aumentará cada vez más; gracias al aumento de la demanda se busca encontrar métodos para mejorar la sostenibilidad de las producciones ganaderas (Loera & Banda, 2017).

Los diez países con mayor producción de leche en el mundo son: Nicaragua, Sri Lanka, Sudáfrica, Vietnam, Etiopia, Republica Unida de Tanzania, Qatar, Omán, Irlanda y Nigeria; (FAO, 2020). México se encuentra dentro de los 16 países con mayor producción de leche en el mundo, los países productores de leche se dividen en dos categorías: los países altamente desarrollados y los países que cuentan con las medidas agroclimáticas que favorecen la producción (Loera & Banda, 2017).

### 2.1. Producción de leche en México

En México existen 130 empresas formales que se dedican a la producción de leche las cuales producen el 86 % de la producción nacional; contando con un hato bovino lechero de 2.49 millones de cabezas de ganado (SAGARPA, 2018), aunque la producción de leche per cápita es de los países más bajos del mundo con una producción de  $1.8 \text{ ton}^{-1} \text{ cabeza}^{-1} \text{ año}$  (Loera & Banda, 2017) y más de

300 mil pequeños productores La producción de leche en México satisface el 80 % de la demanda nacional debido a que la producción de leche en México es deficiente y se tiene que importar el 20 % para cubrir su demanda de leche (Loera & Banda, 2017). El 80 % de la producción de doble propósito proviene de la zona tropical del México y el otro 20 % proviene de la zona subtropical (Albarrán-Portillo et al., 2015).

## **2.2. Estados productores en México**

La producción de México es muy heterogénea desde los puntos de vista tecnológico, agroecológico y socioeconómico; México se divide en tres zonas productoras: la región tropical en donde la producción de leche representa el 53.4 % de los ingresos totales y los terneros representan el 57.3 % de los ingresos totales(Albarrán-Portillo et al., 2015), la región árida y semiárida y la comarca lagunera con una producción de 2,448 millones de litros anuales que es integrada por los estados de Coahuila y Durango; los cuales ocupan el primer lugar nacional en producción de leche (Loera & Banda, 2017).

El mayor productor de leche por entidad federativa es el estado de Jalisco, seguido por Coahuila y Durango, en México las producciones en sistema intensivo representan el 51 % de la producción con 27 litros diarios por vaca, mientras que el sistema semitecnificado representa el 21 % (Loera & Banda, 2017). La producción de leche en México por año es de 11 mil millones de litros; siendo los estados más productores Jalisco, Coahuila y Durango con una producción de hasta mil millones de litros por año cada uno de ellos, en 2013 la leche se exportaba únicamente a Estados Unidos y Guatemala, hoy en día se exporta leche a Canadá, Brasil y Belice (SADER, 2015).

## **2.3. Principales razas productoras de leche en México**

En México se explotan al menos 30 razas de bovinos que son destinados a la producción de carne y las principales razas que se explotan para la producción de leche son: Holstein Fresian, Pardo Suizo Americano y Jersey (SADER, 2015).

### 2.3.1. Pardo Suizo

Originaria de la zona oriental de Suiza, tiene una alta producción de leche, en México es explotada principalmente en la zona costera del Golfo con doble propósito; es decir producción de leche y carne (Lavet, 2016).

### 2.3.2. Jersey

Originario de la Isla británica de Jersey, es la segunda raza más lechera después de la Holstein Fresian, soporta las altas temperaturas sin afectar su producción de leche, mantiene una producción promedio de 13 litros de leche por día con un porcentaje de 5.5 % de grasa y con una lactancia en promedio de 279 días (Márquez, 2013).

### 2.3.3. Holstein Fresian

Originaria de Holanda, esta raza es fácil de identificar por sus manchas en todo el cuerpo las cuales pueden ser blancas y negras o rojas y blancas; son animales grandes, una vaca madura puede pesar hasta 675 kg y puede medir hasta 150 cm a la cruz; los terneros pueden llegar a pesar 40 kg o más al nacimiento; una vaquilla puede cruzarse a los 13 meses de edad, con una gestación de nueve meses aproximadamente, se recomienda que las hembras den a luz a los 23 o 24 meses de edad; Su vida productiva en promedio es de cinco años; una vaca Holstein con dos ordeñas al día puede llegar a producir más de 30,561 litros de leche al año; esta raza es la más usada en la industria lechera puesto que es una excelente productora, genera mayor retorno económico sobre el costo de su alimentación y se adapta a diversas condiciones ambientales (Pecuarios.com, 2017).

## 2.4. Crianza de terneros

La crianza de terneros impacta al rebaño a futuro en los parámetros: reproductivos, índice de supervivencia en vaquillas y mejorar la genética del rebaño (Murakami et al., 2016). Dentro de la crianza de terneros hay prácticas que son muy importantes como: el manejo del calostro, alojamiento, alimentación

y la higiene contra patógenos (Justyna Żychlińska-Buczek et al., 2015). Las buenas prácticas de manejo nos pueden dar como resultados baja mortalidad y una mejora económica y genética (Moran, 2011).

Una separación temprana del ternero y la madre reduce el riesgo de transmisión de enfermedades y estrés que provoca la separación (Murakami et al., 2016). Un ternero recién nacido puede contaminarse con bacterias que se encuentran en el área de partos ya que la vaca no transfiere anticuerpos al ternero por medio de la placenta debido a que es de tipo sindesmocorial (Fröhdeová et al., 2014), lo que hace que este sea más susceptible a los patógenos cuando nace (Cho & Yoon, 2014).

El periodo previo al destete es muy importante y un buen manejo de la crianza de las terneras mejora la ganancia diaria de peso, lo cual minimiza los costos de crianza y mejora la producción en una primera lactancia (Hyde et al., 2021). Lo anterior no solo garantiza salud en las terneras, sino un buen desarrollo de sus órganos, que le permitirá en un futuro formar parte del hato de reemplazo para que su leche sea aprovechada (Justyna Żychlińska-Buczek et al., 2015). Es necesario resaltar que uno de los factores más importantes para hacer crecer el hato es la supervivencia y el crecimiento de las terneras (Kochewad et al., 2013).

### **2.5. Alimentación líquida a base de calostro, leche y sustituto de leche**

El manejo del calostro es muy similar en todas las granjas, ya que todas se rigen por el mismo protocolo: calidad, cantidad y pasteurización; una adecuada toma de calostro provee una buena transferencia pasiva de inmunoglobulinas al ternero (Klein-Jöbstl et al., 2014). Es recomendable que la primera toma de calostro sea en las primeras cuatro horas de vida, porque durante las primeras seis horas de vida el intestino absorbe todo sin desnaturalizar (dos Santos & Bittar, 2015), estimulando la función del tracto gastrointestinal y mejorando su capacidad de absorción (Murakami et al., 2016).

En los establos con mayor producción se usa la leche de desecho para la alimentación de los terneros; esta práctica puede aumentar la resistencia a

bacterias y/o patógenos ya que esta leche contiene una ligera carga de antibióticos, pero también aumenta la incidencia de diarreas debido a la carga bacteriana (dos Santos & Bittar, 2015).

### **2.6. Ganancia de peso**

Existen por lo menos 293 variables que afectan o interfieren en la ganancia diaria de peso; ciertas variables pueden ser: la alimentación con leche o calostro, la higiene ambiental, la temperatura (Hyde et al., 2021). La ganancia diaria de peso ha sido asociada con el aumento en la producción de leche durante la primera lactancia; donde 0.1 kg de aumento de peso diario equivale a un aumento de 85-113 kg de leche (Hyde et al., 2021).

Uno de los más grandes retos de la alimentación previa al destete es que el ternero empiece a buscar alimento sólido (Moran, 2011). Sustituir la dieta líquida por una sólida ayuda a reducir la mortalidad y a aumentar el peso de los terneros, por otro lado, complementar la dieta con concentrados es importante ya que nos ayuda a estimular el desarrollo del rumen (dos Santos & Bittar, 2015). Prácticas como: aumentar la alimentación con leche, mantener buena temperatura, limpieza en jaulas, corrales y área de partos, así como una alimentación de calostro en cantidad, calidad y tiempo mejoran la ganancia diaria de peso en los terneros (Hyde et al., 2021).

### **2.7. Estancia individual**

Un alojamiento individual ayuda a tener un mejor control de la alimentación, reduce la propagación de enfermedades, facilita el diagnóstico de enfermedades y su tratamiento, y disminuye la competencia por alimento (dos Santos & Bittar, 2015), al igual que el amamantamiento cruzado (Murakami et al., 2016). Un agrupamiento tardío afecta positivamente a la morbilidad de los terneros, ya que el riesgo de diarreas y otras enfermedades es más alto en las primeras semanas de vida (Justyna Żychlińska-Buczek et al., 2015).

### **2.8. Bióticos implementados en la alimentación animal**

El uso constante de antibióticos genera resistencia por parte de los microorganismos y deja residuos en los productos, por esto mismo se buscan

alternativas para disminuir el uso de antibióticos; y los bióticos son una de ellas (Soren et al., 2012).

Los postbióticos se elaboran a partir de cultivos de microorganismos (Neumann et al., 2014) modifican la microbiota intestinal, mejoran el metabolismo de los lípidos, calidad de los productos, eficiencia alimentaria y previenen la acidosis al mejorar la fermentación en el rumen, y estabilizando su pH (Amin & Mao, 2021). Por otra parte, los aditivos, en especial las levaduras, son muy importantes en la alimentación animal, y la principal levadura que se utiliza es *Saccharomyces cerevisiae* (Sartori et al., 2017).

El uso de esta levadura creció en la última década debido a la prohibición de los antibióticos que promueven el crecimiento en los animales y por consiguiente el aumento en el apetito, lo cual a su vez, incrementa el consumo y por consecuencia también la ganancia diaria promedio. Suplementar con levadura *Saccharomyces cerevisiae* mejora el rendimiento y modula la composición de la microbiota en las heces (Kiros et al., 2019). Cuando se suplementa a los rumiantes con levaduras se logra un equilibrio bacteriano intestinal, reduciendo problemas digestivos, la acidosis y el estrés en los animales (Alnaimy Mostafa Habeeb, 2017).

#### 2.8.1 Porcinos

En el caso de la suplementación de los porcinos con levadura *Saccharomyces cerevisiae* (*S. cerevisiae*) se ha reportado un aumento en el consumo de alimento, ganancia de peso después del destete y disminución de infección por salmonella, del mismo modo aumenta la producción de ácidos grasos; lo cual promueve la salud intestinal de los lechones (Kiros et al., 2019), así también, la suplementación de los lechones recién nacidos reduce la incidencia de diarreas en la primera semana de vida (Hancox et al., 2015).

#### 2.8.2. Ovejas

En la suplementación para los ovinos con levadura *Saccharomyces cerevisiae* (*S. cerevisiae*) se observaron aumentos en la producción de leche, de grasa, y de la cantidad de proteína y sólidos, por otra parte, disminuyó el colesterol en la

sangre y la acumulación de grasa en la canal, con esta implementación de levadura se estimuló el desarrollo de musculo, aumentando las ovejas cinco kilogramos el peso corporal final y no se presentó acidosis láctica ( $\text{pH}>5.6$ ) (Han et al., 2021).

#### 2.8.3. Bovino de carne

La suplementación con *Saccharomyces cerevisiae* (*S. cerevisiae*) en bovinos de engorda mejora la ganancia diaria promedio debido a un consistente incremento en el consumo de materia seca, mejora la digestión de la fibra, disminuye la producción de ácidos grasos volátiles, aumenta de forma significativa el rendimiento de 15 kg más en canal (Salinas-Chavira et al., 2018).

#### 2.8.4. Bovino de leche

Los terneros que han sido suplementados con levadura *Saccharomyces cerevisiae* (*S. cerevisiae*) aumentaron su consumo y su crecimiento (Amin & Mao, 2021), por otra parte Saldana et al., (2019) reportaron una mayor altura a la cruz y mayor ensanchamiento de caderas, y otro efecto que debe de ser mencionado es la disminución de los días de tratamiento por enfermedad. Del mismo modo se incrementaron los niveles de IgG en vacas y por consecuencia en sus terneros, lo que mejora la salud de ambos (Fröhdeová et al., 2014). Cangiano et al., (2020) reportaron en su estudio una reducción en la incidencia y severidad de las diarreas. Del mismo modo Maamouri & ben Salem, (2022) mencionaron que hay una diferencia de ganancia de peso diaria promedio de 400 gr cuando se usa levadura *Saccharomyces cerevisiae* (*S. cerevisiae*).

La suplementación en vacas aumenta la producción de leche y el contenido de grasa en la misma (Amin & Mao, 2021), reduce: mastitis, mortinatos, neonatos débiles, retención placentaria; por otro lado, mejora la fertilidad, y la respuesta inmune (Alnaimy Mostafa Habeeb, 2017), la levadura reduce los niveles de lactato y butirato, por lo tanto, hay menor incidencia de acidosis láctica ruminal (Salvati et al., 2015). Por otro lado, se muestra cambio en el patrón de alimentación; es decir, se disminuye el rechazo en las partículas largas y

medianas de la ración, por lo que el animal pasa mayor tiempo rumiando (DeVries & Chevaux, 2014).

### **2.9. SmartCare®**

Es un aditivo natural hecho a base de cultivo de levadura *Saccharomyces cerevisiae* que es implementado en la alimentación previa al destete en terneros para mejorar inmunidad, salud y rendimiento, diseñado para adicionarse en leche o sustituto de leche; promueve equilibrio microbiano intestinal y por lo tanto optimiza la salud, crecimiento y rendimiento de los terneros; al suplementar terneros con SmartCare® se garantiza inmunidad y salud, desarrollo ruminal e intestinal, maximiza ingesta de alimento iniciador, mejor eficiencia alimentaria y aumento del peso corporal (Diamond V, 2019).

## **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

El experimento se realizó en el área de crianza del establo El Compás en Gómez Palacio, Durango con coordenadas: 25° 40' 43.6" longitud norte y 103° 22' 30.6" longitud oeste (Google Maps, 2022). El municipio cuenta con un clima muy seco semi árido, con una temperatura media anual de entre 20 a 24°C, con precipitaciones anuales menores a 300 mm (Administración Municipal, 2022). Se llevó a cabo del día 27 de febrero del 2022 hasta el día 19 de mayo del 2022, y durante el tiempo que se llevó a cabo el experimento se tuvo una temperatura mínima promedio de 16 °C y una temperatura máxima promedio de 31 °C. (Weather Spark, 2022).

### **3.1. Descripción del alojamiento**

Los animales se alojaron de forma individual en jaulas con las siguientes dimensiones: un metro y medio de largo por un metro de ancho, con un espacio entre jaula y jaula de un metro, dichas jaulas contaban con techo individual para proporcionar sombra a el animal, un comedero y un balde que cumplía la función de bebedero (leche y agua), las terneras habitaban en estas jaulas desde el día uno al día del destete (60 días de vida). Al destetarse las becerras pasaban en grupo a los corrales con dimensiones de

seis metros de ancho por diez metros de largo, los cuales contaban con comederos, bebederos y área de sombra, además de un área para manejo como: aplicación de inyecciones, pesaje y medición.

### 3.2. Condición de las terneras

Se evaluaron 60 terneras de raza Holstein con la misma condición corporal y de salud, desde su nacimiento hasta el destete a los 60 días de vida y se les dio seguimiento hasta los 90 días de vida.

Las terneras fueron pesadas y medidas al nacer, al destete y a los 90 días de vida, y se dividieron en cinco grupos con 12 terneras en cada uno de ellos; a cada grupo se le proporcionó un tratamiento diferente.

En dichos tratamientos se suplementó con SmartCare® que es un aditivo natural elaborado a base de cultivo de levadura de *Saccharomyces cerevisiae*, en una dosis de 1 gr<sup>1</sup> ternera<sup>-1</sup> día, el cual se suministró en la leche de desecho en número distinto de días dependiendo del tratamiento, como se puede observar en el Cuadro 1, el cual era suministrado en la leche de la toma matutina, como se muestra en el Cuadro 3.

Cuadro 1. Días que las terneras ingirieron levaduras dependiendo del tratamiento y descripción de los tratamientos.

Tratamiento	Terneras por tratamiento	Días que se les suministro SmartCare®
LN1SADAf	12	55 días
LN6S1SADAf	12	44 días
LN2S2DADAd	12	16 días
L3SVAd	12	7 días
LN3DVAd	12	3 días

LN1SADAf= Tomaron levaduras desde el nacimiento y se les eliminaron una semana antes del destete. LN6S1SADAf= Tomaron levaduras las primeras seis semanas de vida y una semana antes del destete. LN2S2DADAd= Tomaron levaduras las dos primeras semanas de vida y volvieron a tomar dos días antes del destete. L3SVAd= Tomaron levaduras solo la tercera semana de vida. LN3DVAd= Tomaron levaduras los primeros tres días de vida.

### 3.3. Plan de alimentación

La dieta sólida de las terneras es a libre acceso, al igual que lo tenían con el agua fresca y limpia. Al nacer las terneras reciben en la primera hora de vida una toma de cuatro litros de calostro pasteurizado + 1g SmartCare®; el cual se le proporciona al animal por medio de una sonda para asegurar que consuma todo el contenido de la mamila. La dieta líquida fue a base de leche de desecho pasteurizada con un 10 % de sólidos, la cual se complementaba con sustituto de leche Sprayfo Yellow® para tener 15 % de sólidos, la leche se sirve a 40 °C para cuando sea consumida su temperatura no sea menor de 37 °C. El programa de alimentación con leche depende de los días de vida de las terneras, lo cual se observa en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Programa de alimentación con leche en el establo El Compás.

Edad en días	Litros de leche/día
1	4 lt. Calostro
2-7	4 lt. Leche
8-15	6 lt. Leche
16-30	8 lt. Leche
31-60	12 lt. Leche

Dicho programa de alimentación se dividió en dos tomas: matutina y vespertina, a las 7:00 am y a las 4:00 pm respectivamente, en la toma de las 7:00 am se suministraba 1 gr de levadura por becerro, como se observa en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Plan de alimentación en la toma de leche matutina + 1gr de SmartCare®.

Edad en días	Leche en la primera toma/becerra
1	4 lt+1 gr SmartCare®
2-7	2 lt+1 gr SmartCare®
8-15	3 lt+1 gr SmartCare®

16-30	4 lt+1 gr SmartCare®
31-60	6 lt+1 gr SmartCare®

### 3.4. Variables a evaluar

En los tratamientos se evaluaron distintas variables para saber cuál de los tratamientos mostraba mejores resultados; dichas variables fueron:

1. Ganancia de peso en kg al destete: la cual se obtuvo de restar el peso al destete y el peso de la ternera al nacer

$$\text{Ganancia de peso en kg al destete} = \text{peso al destete} - \text{peso al nacer}$$

2. Ganancia diaria de peso en kg al destete: la cual se obtuvo de la división de la ganancia de peso en kg al destete entre los días a los que se destetaba la ternera.

$$\text{Ganancia diaria en kg al destete} = \frac{\text{Ganancia de peso en kg destete}}{\text{Días de destete}}$$

3. Ganancia de altura en cm al destete: la cual se obtuvo de la resta de la altura al destete menos la altura al nacimiento.

$$\begin{aligned} \text{Ganancia de altura en cm al destete} \\ = \text{altura en cm destete} - \text{altura cm nacer} \end{aligned}$$

4. Ganancia de peso en kg del destete a los 90 días: la cual se obtuvo de la resta del peso a los 90 días menos el peso al destete.

$$\begin{aligned} \text{Ganancia peso en kg del destete a los 90 días} \\ = \text{Peso en kg 90 días} - \text{Peso en kg al destete} \end{aligned}$$

5. Ganancia diaria de peso en kg del destete a los 90 días: la cual se obtuvo de la división de la ganancia de peso del destete a 90 días entre los días transcurridos del destete a los 90 días.

$$\text{Ganancia diaria del destete a los 90 días} =$$

$$\frac{\text{Ganancia de peso en kg del destete a los 90 días}}{\text{Días transcurridos del destete a los 90 días}}$$

6. Ganancia de altura en cm del destete a los 90 días: la cual se obtuvo de la resta de la altura a los 90 días menos la altura al destete.

$$\begin{aligned} & \textit{Ganancia de altura en cm del destete a los 90 días} \\ & = \textit{Altura en cm a los 90 días} - \textit{Altura en cm al destete} \end{aligned}$$

7. Ganancia de peso en kg del nacimiento a los 90 días: la cual se obtuvo de la resta del peso a los 90 días menos el peso al nacer.

$$\begin{aligned} & \textit{Ganancia de peso en kg del nacimiento a 90 días} \\ & = \textit{Peso en kg a 90 días} - \textit{Peso en kg al nacer} \end{aligned}$$

8. Ganancia de altura en cm del nacimiento a los 90 días: la cual se obtuvo de la resta de la altura a los 90 días menos la altura al nacer.

$$\begin{aligned} & \textit{Ganancia de altura en cm del nacimiento a los 90 días} \\ & = \textit{Altura en cm a 90 días} - \textit{Altura en cm al nacer} \end{aligned}$$

### 3.5. Análisis estadístico

Al obtener todos los datos se realizó una prueba de normalidad de Kolmogórov-Smirnov para cada variable y observar su distribución, en el Cuadro 4 se presentan los resultados de las pruebas de normalidad para cada variable.

Cuadro 4. Resultados de la prueba de normalidad de cada una de las variables.

<b>Variable</b>	<b>Distribución</b>
GAN PESO/KG DEST	No normal
GAN/D PESO/KG DEST	Normal
GAN ALTURA/CM DEST	No normal
GAN PESO/KG DEST-90D	Normal
GAN/D KG DEST-90D	Normal
GAN ALT/CM DEST-90D	No normal
GAN TOT/KG N-90D	No normal
GAN TOT/CM N-90D	No normal

Posterior a los resultados para las variables que tuvieron una distribución normal se analizaron mediante estadística paramétrica con un análisis de varianza de un factor, cuando hubo diferencia estadística, se implementó una prueba de comparación de medias de Tukey. Por otro lado, las variables que no tuvieron una distribución normal se analizaron por la prueba de Kruskal Wallis para observar si había diferencias significativas entre tratamientos; todos los procedimientos y cálculos se realizaron con la ayuda del software SPSS 27, con un nivel de significancia del 0.05.

#### **IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

##### **4.1. Ganancia de peso diaria en kg al destete (GAN/D PESO/KG DEST)**

Los tratamientos fueron estadísticamente diferentes en cuanto a la ganancia de peso GAN/D PESO/KG DEST ( $F= 32.35$ ;  $gl= 4, 55$ ;  $P<0.001$ ) como se puede observar en el Cuadro 5. El tratamiento que presentó mayor ganancia de peso fue el de LN6S1SADAf ( $1.154 \pm 0.126$ ), seguido por LN1SADAf ( $1.021 \pm 0.140$ ) y el tratamiento que presentó menos ganancia de peso fue el de LN3DVAd ( $0.596 \pm 0.203$ ) como se muestra en el Cuadro 6 y gráficamente en la Figura 1.

Cuadro 5. Resultados de la prueba ANOVA para las variables: GAN/D PESO/KG DEST, GAN PESO/KG DEST-90D y GAN/D KG DEST-90D las cuales tuvieron una distribución normal.

			Suma	de	Media		
			cuadrados	Gl	cuadrática	F	Sig.
GAN/D DEST	PESO/KG	Entre grupos	2.12	4	0.53	32.35	<0.001
		Dentro de grupos	0.90	55	0.01		
		Total	3.03	59			
GAN DEST-90D	PESO/KG	Entre grupos	2,415.90	4	603.97	9.83	<0.001
		Dentro de grupos	3,377.75	55	61.41		
		Total	5,793.65	59			
GAN/D 90D	KG DEST-	Entre grupos	1.23	4	0.30	15.64	<0.001
		Dentro de grupos	1.08	55	0.02		
		Total	2.32	59			

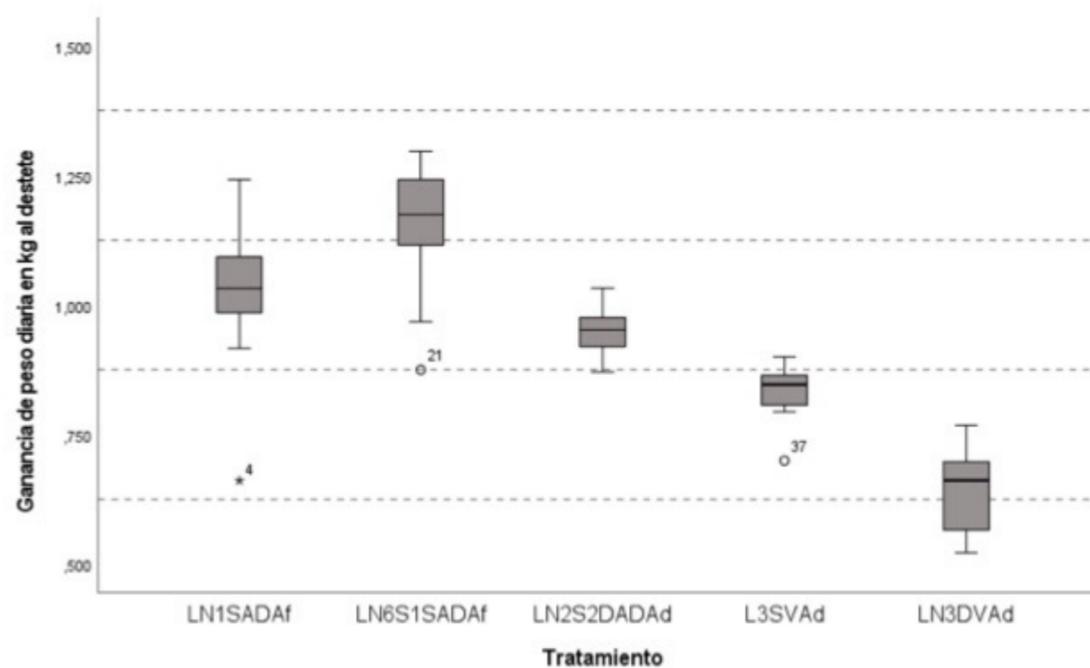


Figura 1. Gráfico de caja de los promedios de la ganancia de peso diaria en kilogramos al destete de los diferentes tratamientos en terneras Holstein en el establo El Compás en Gómez Palacio Durango.

LN1SADAF= Tomaron levaduras desde el nacimiento y se les quitaron una semana antes del destete.

LN6S1SADAF= Tomaron levaduras las primeras seis semanas de vida y una semana antes del destete.

LN2S2DADAd= Tomaron levaduras las dos primeras semanas de vida y volvieron a tomar dos días antes del destete.

L3SVAd= Tomaron levaduras solo la tercera semana de vida.

LN3DVAd= Tomaron levaduras los primeros tres días de vida.

Cuadro 6. Ganancia diaria de peso al destete, Ganancia de peso del destete a los 90 días y Ganancia diaria de peso del destete a los 90 días para los diferentes tratamientos basados en el uso de Smartcare® en terneras Holstein.

TRATAMIENTO	GAN/D PESO/KG DEST	GAN PESO/KG DEST-90D	GAN/D KG DEST-90D
LN3DVAd	0.596 ± 0.203d	21.750 ± 8.956 <sup>a</sup>	0.482 ± 0.201 <sup>a</sup>
L3SVAd	0.834 ± 0.052c	23.330 ± 3.774 <sup>a</sup>	0.406 ± 0.072ab
LN2S2DADAd	0.949 ± 0.047bc	14.830 ± 7.171ab	0.249 ± 0.120bc
LN1SADAf	1.021 ± 0.140ab	8.750 ± 9.275b	0.151 ± 0.149c
LN6S1SADAf	1.154 ± 0.126 <sup>a</sup>	8.080 ± 8.670b	0.111 ± 0.126c

LN1SADAf= Tomaron levaduras desde el nacimiento y se les eliminaron una semana antes del destete. LN6S1SADAf= Tomaron levaduras las primeras seis semanas de vida y una semana antes del destete. LN2S2DADAd= Tomaron levaduras las dos primeras semanas de vida y volvieron a tomar dos días antes del destete. L3SVAd= Tomaron levaduras solo la tercera semana de vida. LN3DVAd= Tomaron levaduras los primeros tres días de vida.  
<sup>z</sup> Medias con la misma letra dentro de cada columna no difieren estadísticamente (Tukey,  $P \leq 0.05$ ).

Las terneras suplementadas con *Saccharomyse cerevisiae* con el tratamiento LN6S1SADAf presentan mayor ganancia diaria promedio de peso al destete, resultados muy similares fueron reportados por Salinas-Chavira et al., (2018) que trabajaron con terneras Holstein provenientes de un rancho comercial de terneros en California los cuales mostraron una ganancia diaria promedio mayor debido a un aumento en el consumo de materia seca; del mismo modo que Maamouri & ben Salem (2022) quienes trabajaron con terneras Holstein suplementadas con *Saccharomyces cerevisiae* las cuales tuvieron una ganancia diaria promedio 400 gr mayor a las terneras que no fueron suplementadas; de igual manera Mitchell & Heinrichs, (2020) trabajaron con terneras Holstein suplementadas en la Universidad de Pensilvania, las cuales mostraron un aumento del 15 % en el consumo de materia seca y en la ganancia diaria promedio; lo cual se debe a que la suplementación con *Saccharomyces cerevisiae* aumenta: la ingesta de energía, proteína, fibra y su digestibilidad; esto debido al incremento en las

bacterias que se encargan de descomponer y digerir estos componentes (Alugongo et al., 2017).

#### 4.2. Ganancia de peso en kg del destete a los 90 días (GAN PESO/KG DEST-90D)

Los tratamientos fueron estadísticamente diferentes en cuanto a GAN PESO/KG DEST-90D ( $F= 9.835$ ;  $gl=4, 55$ ;  $P<0.001$ ) como se observa en el Cuadro 5. El tratamiento que presentó mayor ganancia de peso del destete a los 90 días fue el de L3SVAd ( $23.330 \pm 3.774$ ), seguido por LN3DVAd ( $21.750 \pm 8.956$ ) y el tratamiento que presentó menos ganancia de peso fue el de LN6S1SADAF ( $8.080 \pm 8.670$ ) como se observa en la Cuadro 6 y gráficamente en la Figura 2.

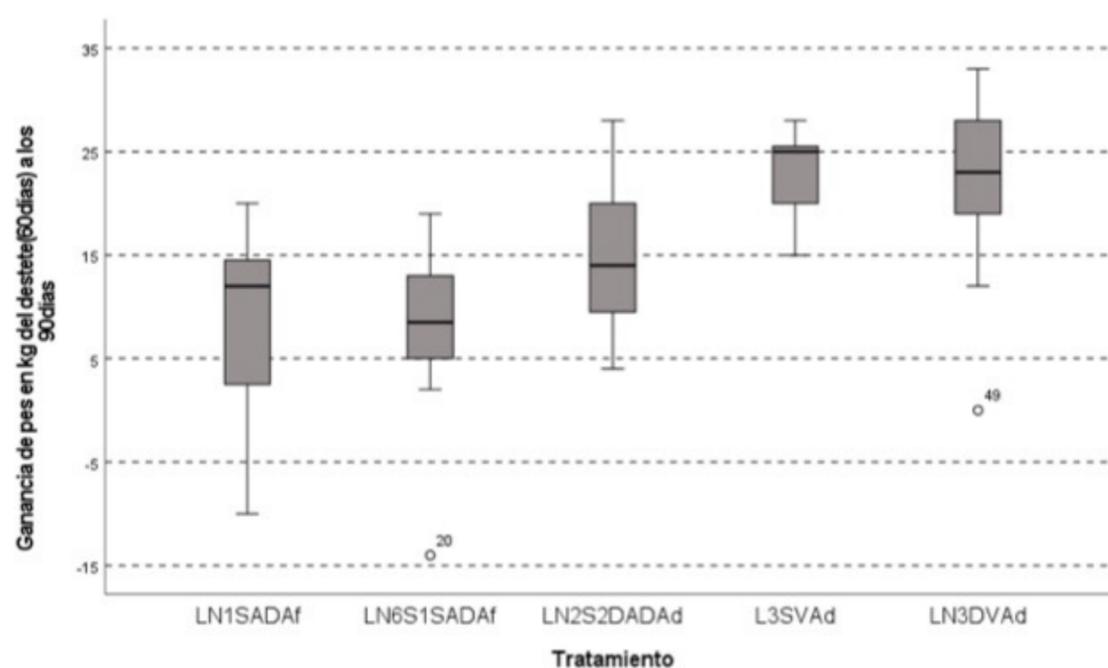


Figura 1. Gráfico de caja de los promedios de la ganancia de peso en kilogramos del destete a los 90 días de los diferentes tratamientos en terneras Holstein en el establo El Compás en Gómez Palacio Durango.

LN1SADAF= Tomaron levaduras desde el nacimiento y se les eliminaron una semana antes del destete. LN6S1SADAF= Tomaron levaduras las primeras seis semanas de vida y una semana antes del destete. LN2S2DADAd= Tomaron levaduras las dos primeras semanas de vida y volvieron a tomar dos días antes del destete. L3SVAd= Tomaron levaduras solo la tercera semana de vida. LN3DVAd= Tomaron levaduras los primeros tres días de vida.

El mayor peso del destete a los 90 días fue de las terneras que pertenecen a los tratamientos: L3SVAd y LN3DVAd, es decir, las que fueron suplementadas con

*Saccharomyces cerevisiae* en menor número de días. No hay estudio en el cual se les dé seguimiento a los animales después de terminar el periodo de suplementación (Mitchell & Heinrichs, 2020).

Lo antes mencionado puede deberse a que los animales dentro de estos tratamientos no se habían acostumbrado al suplemento ya que no lo ingirieron por mucho tiempo y no resintieron el hecho de que se les haya retirado la leche y el suplemento al destete.

#### 4.3. Ganancia de peso diaria en kg del destete a los 90 días (GAN/D KG DEST-90D)

Los tratamientos fueron estadísticamente diferentes en cuanto a GAN/D KG DEST-90D ( $F=15.664$ ;  $gl=4, 55$ ;  $P<0.001$ ) como se puede observar en el Cuadro 5. El tratamiento que presentó mayor ganancia diaria de peso del destete a los 90 días fue LN3DVAd ( $0.482 \pm 0.201$ ), seguido por L3SVAd ( $0.406 \pm 0.072$ ) y el tratamiento que presentó menos ganancia diaria de peso fue el de LN6S1SADAf ( $0.111 \pm 0.126$ ) como se muestra en el Cuadro 6 y gráficamente en la Figura 2.

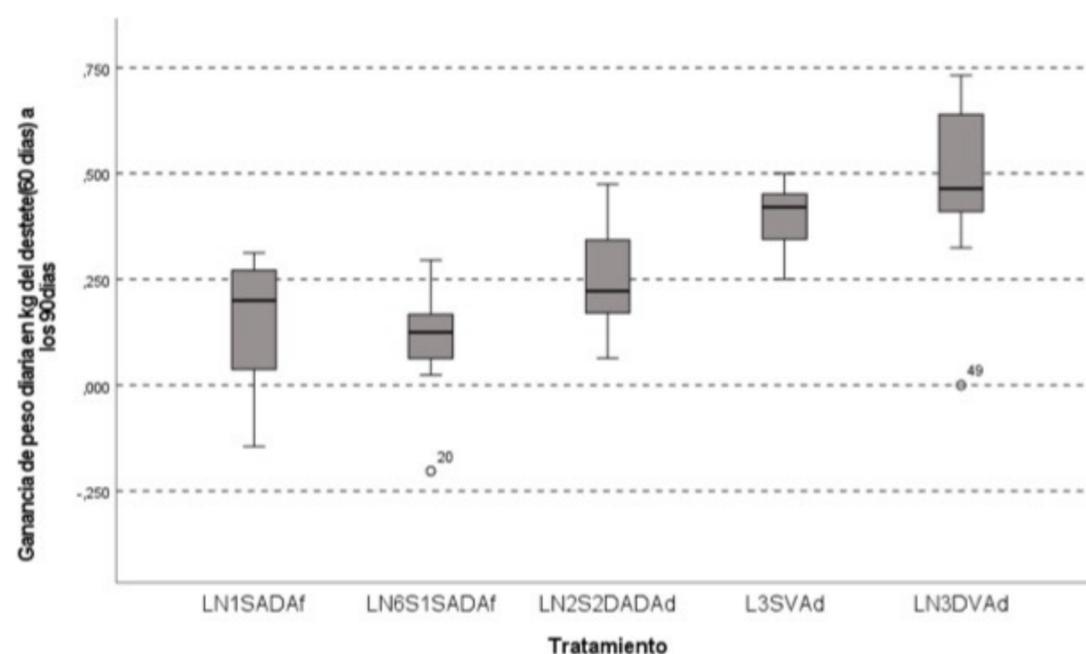


Figura 2. Gráfico de caja de los promedios de la ganancia de peso diaria en kilogramos del destete a los 90 días de los diferentes tratamientos en terneras Holstein en el establo El Compás en Gómez Palacio Durango.

LN1SADAf= Tomaron levaduras desde el nacimiento y se les retiraron una semana antes del destete. LN6S1SADAf= Tomaron levaduras las primeras seis semanas de vida y una semana antes del destete. LN2S2DADAd= Tomaron levaduras las dos primeras semanas de vida y

volvieron a tomar dos días antes del destete. L3SVAd= Tomaron levaduras solo la tercera semana de vida. LN3DVAd= Tomaron levaduras los primeros tres días de vida.

La ganancia diaria está en función de la ganancia de peso total, por lo tanto, los tratamientos que reportaron mejor ganancia de peso del destete a los 90 días también mostraron mayor ganancia diaria; los cuales fueron L3SVAd y LN3DVAd. No hay estudio en el cual se les dé seguimiento a los animales después de terminar el periodo de suplementación (Mitchell & Heinrichs, 2020).

Lo antedicho puede deberse a que los animales de estos tratamientos no se habían acostumbrado al suplemento ya que no lo ingirieron por mucho tiempo y no resintieron el hecho de que se les haya retirado la leche y el suplemento al destete.

#### 4.4. Ganancia de peso en kg al destete (GAN PESO/KG DEST)

Los tratamientos fueron estadísticamente diferentes en cuanto a la GAN PESO/KG DEST ( $H=40.216$ ;  $gl=4$ ;  $P<0.001$ ) como se observa en el Cuadro 7. El tratamiento que presentó mayor ganancia de peso fue el de LN6S1SADAf ( $74.42 \pm 8.816$ ), seguido por LN1SADAf ( $64.00 \pm 9.761$ ) y el tratamiento que presentó menor ganancia de peso fue el LN3DVAd ( $41.50 \pm 14.100$ ) como se observa en el Cuadro 8 y gráficamente en la Figura 4.

Cuadro 7. Resultado de la prueba Kruskal Wallis para la variable Ganancia de peso en kg al destete.

N total	60
Estadístico de prueba	40.216 <sup>a</sup>
Grado de libertad	4
Sig. asintótica (prueba bilateral)	<0.001

Cuadro 8. Gancia de peso en kg al destete y ganancia de altura en cm al destete para los diferentes tratamientos basados en el uso de Smartcare® en terneras Holstein.

Tratamiento	GAN PESO/KG DEST		GAN ALT/CM DEST	
	RANGO	MEDIA ± DESV STD	RANGO	MEDIA ± DESV STD
LN3DVAd	7.417d	41.50 ± 14.100	16.708b	14.50 ± 5.854
L3SVAd	25.542c	57.75 ± 3.671	27.833a	17.25 ± 2.301
LN2S2DADAd	30.000c	59.58 ± 2.906	34.792a	18.08 ± 2.275
LN1SADAF	39.583b	64.00 ± 9.761	35.458a	18.67 ± 3.798
LN6S1SADAF	49.958a	74.42 ± 8.816	37.708a	19.67 ± 4.207

LN1SADAF= Tomaron levaduras desde el nacimiento y se les retiraron una semana antes del destete. LN6S1SADAF= Tomaron levaduras las primeras seis semanas de vida y una semana antes del destete. LN2S2DADAd= Tomaron levaduras las dos primeras semanas de vida y volvieron a tomar dos días antes del destete. L3SVAd= Tomaron levaduras solo la tercera semana de vida. LN3DVAd= Tomaron levaduras los primeros tres días de vida.

<sup>2</sup> Rangos con la misma letra dentro de cada columna no difieren estadísticamente.

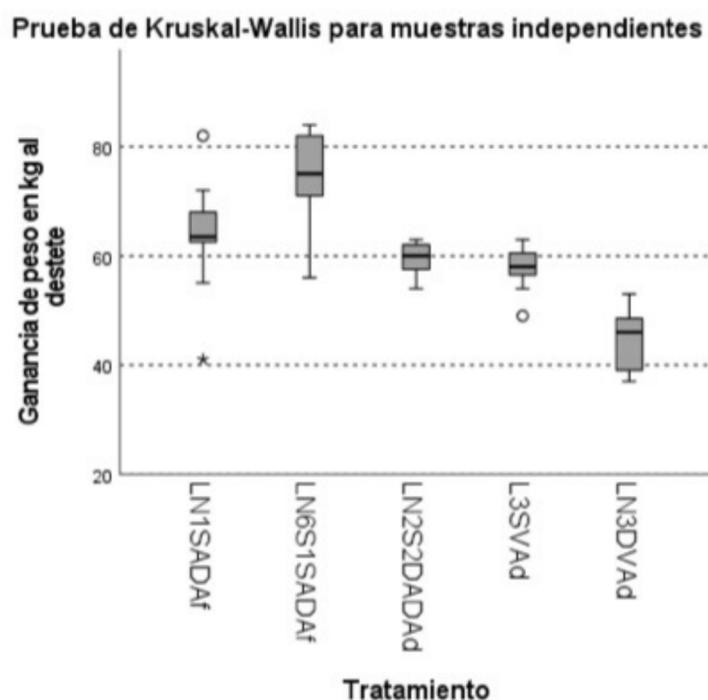


Figura 3. Gráfico de caja de los promedios de la ganancia de peso en kilogramos al destete de los diferentes tratamientos en terneras Holstein en el establo El Compás en Gómez Palacio Durango.

LN1SADAF= Tomaron levaduras desde el nacimiento y se les retiraron una semana antes del destete. LN6S1SADAF= Tomaron levaduras las primeras seis semanas de vida y una semana

antes del destete. LN2S2DADAd= Tomaron levaduras las dos primeras semanas de vida y volvieron a tomar dos días antes del destete. L3SVAd= Tomaron levaduras solo la tercera semana de vida. LN3DVAd= Tomaron levaduras los primeros tres días de vida.

La ganancia de peso está en función a la ganancia diaria; es decir, los tratamientos que mostraron mejor ganancia diaria al destete son los que presentaron mayor ganancia de peso al destete; los cuales fueron: LN6S1SADAF y LN1SADAF, al igual que Salinas-Chavira et al., (2018) que trabajaron con terneras Holstein las cuales muestran una ganancia diaria promedio mayor y por consiguiente un mayor peso al destete; del mismo modo que Maamouri & ben Salem (2022) quienes trabajaron con terneras Holstein las cuales tuvieron una ganancia diaria promedio 400 gr mayor a las terneras que no fueron suplementadas y a su vez un mayor peso al destete; de igual manera Mitchell & Heinrichs (2020) trabajaron con terneras las cuales mostraron un aumento del 15 % en la ganancia diaria promedio y en peso al destete. Lo arriba mencionado se debe a que la suplementación con *Saccharomyces cerevisiae* aumenta: la ingesta de energía, proteína, fibra y su digestibilidad; esto debido al incremento en las bacterias que se encargan de descomponer y digerir estos componentes (Alugongo et al., 2017).

#### 4.5. Ganancia de altura en cm al destete (GAN ALT/CM DEST)

Los tratamientos fueron estadísticamente diferentes en cuanto a la GAN ALT/CM DEST ( $H=11.659$ ;  $gl=4$ ;  $P=0.20$ ) como se puede observar en el Cuadro 8. El tratamiento que presentó mayor ganancia de altura al destete fue LN6S1SADAF ( $19.67 \pm 4.207$ ), seguido por LN1SADAF ( $18.67 \pm 3.798$ ) y el tratamiento que presentó la menor ganancia de altura al destete fue LN3DVAd ( $14.50 \pm 5.854$ ) como muestra el Cuadro 9 y gráficamente en la Figura 5.

Cuadro 9. Resultados de la prueba Kruskal Wallis para la variable Ganancia de altura en cm al destete.

N total	60
Estadístico de prueba	11.659 <sup>a</sup>

Grado de libertad	4
Sig. asintótica (prueba bilateral)	.020

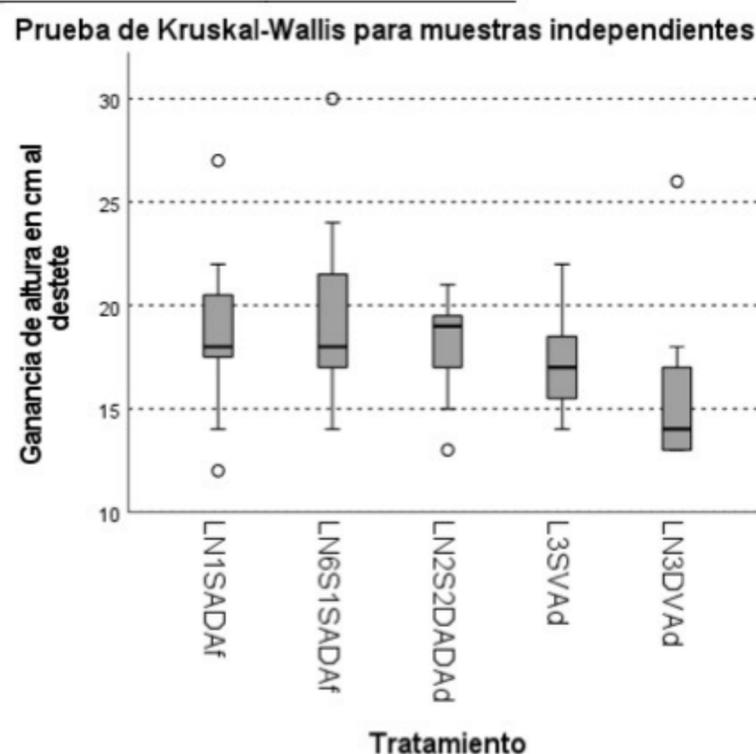


Figura 4. Gráfico de caja de los promedios de la ganancia de altura en centímetros al destete de los diferentes tratamientos en terneras Holstein en el establo El Compás en Gómez Palacio Durango.

LN1SADAF= Tomaron levaduras desde el nacimiento y se les retiraron una semana antes del destete. LN6S1SADAF= Tomaron levaduras las primeras seis semanas de vida y una semana antes del destete. LN2S2DADAD= Tomaron levaduras las dos primeras semanas de vida y volvieron a tomar dos días antes del destete. L3SVAD= Tomaron levaduras solo la tercera semana de vida. LN3DVAD= Tomaron levaduras los primeros tres días de vida.

Los tratamientos que mostraron mayor ganancia de altura al destete fueron LN6S1SADAF seguido por LN1SADAF, es decir, los tratamientos con los cuales se suplementó a las terneras mayor cantidad de días, al igual que Hill et al., (2009) quienes trabajaron con suplementación en terneras Holstein las cuales presentaron una mayor ganancia de altura a la cadera al término de la suplementación. Esto como consecuencia de que la suplementación con *Saccharomyces cerevisiae* aumenta: la ingesta de energía, proteína, fibra y su digestibilidad; debido al incremento en las bacterias que se encargan de descomponer y digerir estos componentes (Alugongo et al., 2017).

#### 4.6. Ganancia de altura en cm del destete a los 90 días (GAN ALT/CM DEST-90D)

Los tratamientos fueron estadísticamente iguales en cuanto a la GAN ALT/CM DEST-90D ( $H=3.736$ ;  $gl=4$ ;  $P=0.443$ ) como puede observarse en el Cuadro 10 y gráficamente en la Figura 6.

Cuadro 10. Resultados de la prueba Kruskal Wallis para la variable Ganancia de altura en cm del destete a los 90 días.

N total	60
Estadístico de prueba	3.736 <sup>ab</sup>
Grado de libertad	4
Sig. asintótica (prueba bilateral)	.443

<sup>z</sup> No se realizan múltiples comparaciones porque la prueba global no presenta diferencias significativas en las muestras.

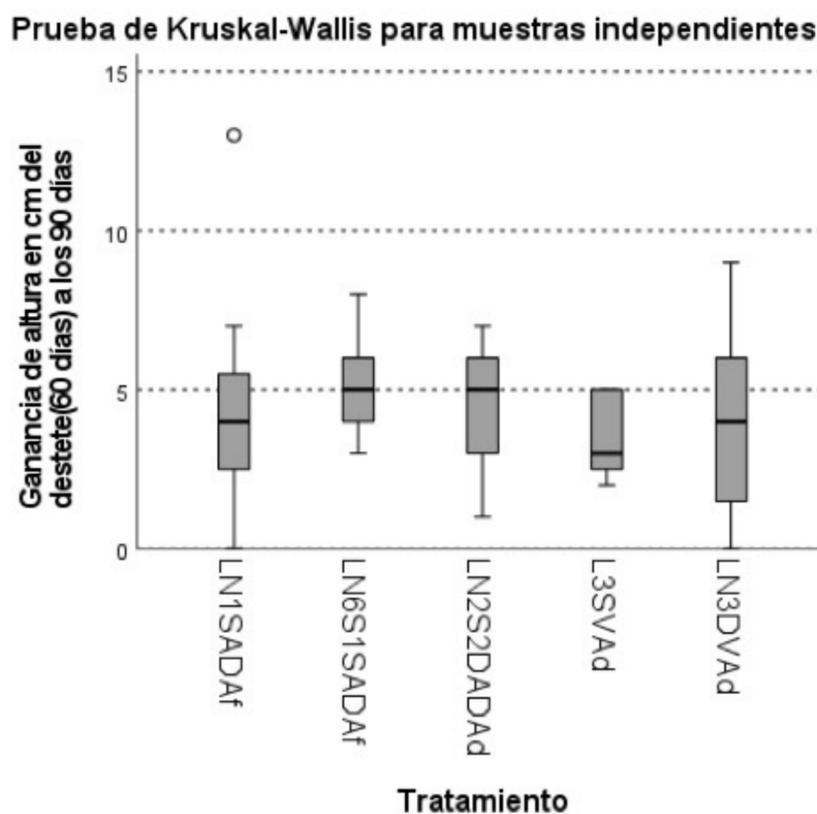


Figura 5. Gráfico de caja de los promedios de la ganancia de altura en centímetros del destete a los 90 días de los diferentes tratamientos en terneras Holstein en el establo El Compás en Gómez Palacio Durango.

LN1SADAF= Tomaron levaduras desde el nacimiento y se les retiraron una semana antes del destete. LN6S1SADAF= Tomaron levaduras las primeras seis semanas de vida y una semana antes del destete. LN2S2DADAD= Tomaron levaduras las dos primeras semanas de vida y

volvieron a tomar dos días antes del destete. L3SVAd= Tomaron levaduras solo la tercera semana de vida. LN3DVAd= Tomaron levaduras los primeros tres días de vida.

Los tratamientos en cuanto a la ganancia de altura en cm del destete a los 90 días fueron estadísticamente iguales. No hay estudio en el cual se les dé seguimiento a los animales después de terminar el periodo de suplementación (Mitchell & Heinrichs, 2020). Lo antes citado puede deberse a que el consumo después del destete no aumentó lo suficiente como para que el animal tuviera un crecimiento considerable.

#### **4.7. Ganancia de peso total en kg desde el nacimiento a los 90 días (GAN TOT/KG N-90D)**

Los tratamientos fueron estadísticamente diferentes en cuanto a la GAN TOT/KG N-90D ( $H=10.683$ ;  $gl=4$ ;  $P=0.030$ ) como se puede observar en el Cuadro 11. El tratamiento que presentó mayor ganancia de peso desde el nacimiento a los 90 días fue LN6S1SADAf ( $82.50 \pm 12.139$ ), seguido de L3SVAd ( $77.25 \pm 11.274$ ) y el tratamiento que presentó menor ganancia de peso desde el nacimiento a los 90 días fue LN3DVAd ( $63.25 \pm 21.797$ ) como se observa en el Cuadro 12 y gráficamente en la Figura 7.

Cuadro 11. Resultado de la prueba Kruskal Wallis para la variable Ganancia total en kg del nacimiento a los 90 días.

N total	60
Estadístico de prueba	10.683 <sup>a</sup>
Grado de libertad	4
Sig. asintótica (prueba bilateral)	.030

Cuadro 12. Ganancia de altura en cm del destete a los 90 días, Ganancia total de peso en kg del nacimiento a los 90 días y Ganancia total de altura en cm del nacimiento a los 90 días para los diferentes tratamientos basados en el uso de Smartcare® en terneras Holstein.

Tratamiento	GAN ALT/CM DEST-90D		GAN TOT/KG N-90D		GAN TOT/CM N-90	
	Media ± Desv std	Rango	Media ± Desv std	Rango	Media ± Desv std	
LN3DVAd	3.92 ± 2.610	20.083b	63.25 ± 21.797	20.250c	18.42 ± 6.986	
L3SVAd	3.50 ± 1.243	33.958ab	77.25 ± 11.274	23.208ab	20.75 ± 2.768	
LN2S2DADAd	4.42 ± 2.065	28.167ab	75.33 ± 11.244	33.792ab	22.50 ± 2.393	
LN1SADAF	4.42 ± 3.288	28.000ab	72.25 ± 8.895	35.667ab	23.08 ± 3.502	
LN6S1SADAF	4.83 ± 1.850	42.292 <sup>a</sup>	82.50 ± 12.139	39.583a	24.50 ± 4.681	

LN1SADAF= Tomaron levaduras desde el nacimiento y se les retiraron una semana antes del destete. LN6S1SADAF= Tomaron levaduras las primeras seis semanas de vida y una semana antes del destete. LN2S2DADAd= Tomaron levaduras las dos primeras semanas de vida y volvieron a tomar dos días antes del destete. L3SVAd= Tomaron levaduras solo la tercera semana de vida. LN3DVAd= Tomaron levaduras los primeros tres días de vida.

<sup>z</sup> Rangos con la misma letra dentro de cada columna no difieren estadísticamente.

Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes

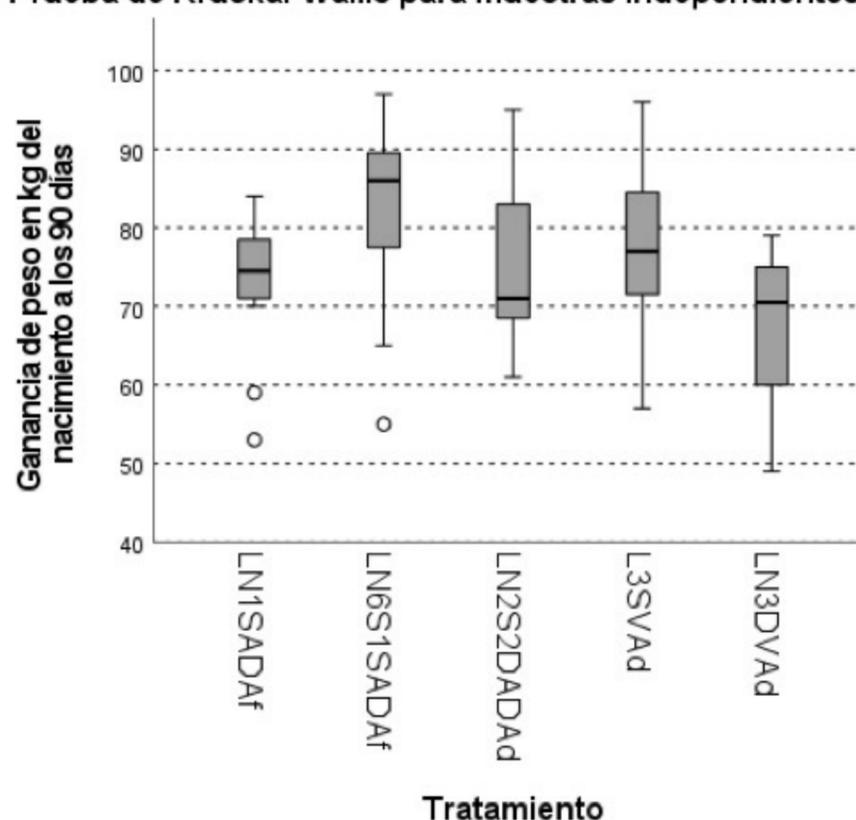


Figura 6. Gráfico de caja de los promedios de la ganancia de peso en kilogramos del nacimiento a los 90 días de los diferentes tratamientos en terneras Holstein en el establo El Compás en Gómez Palacio Durango.

LN1SADAF= Tomaron levaduras desde el nacimiento y se les quitaron una semana antes del destete. LN6S1SADAF= Tomaron levaduras las primeras seis semanas de vida y una semana antes del destete. LN2S2DADAd= Tomaron levaduras las dos primeras semanas de vida y volvieron a tomar dos días antes del destete. L3SVAd= Tomaron levaduras solo la tercera semana de vida. LN3DVAd= Tomaron levaduras los primeros tres días de vida.

La ganancia de peso del nacimiento a los 90 días fue mayor en los tratamientos fue LN6S1SADAF seguido de L3SVAd. No hay estudio en el cual se les dé seguimiento a los animales después de terminar el periodo de suplementación (Mitchell & Heinrichs, 2020). Esto se debe a que los tratamientos LN6S1SADAF y L3SVAd presentaron mayor ganancia de peso al destete y del destete a los 90 días respectivamente, por lo cual, consiguieron mayor ganancia del nacimiento a los 90 días.

#### **4.8. Ganancia de altura total en cm desde el nacimiento a los 90 días (GAN TOT/CM N-90)**

Los tratamientos fueron estadísticamente diferentes en cuanto a GAN TOT/CM N-90 ( $H=11.114$ ;  $gl=4$ ;  $P=0.025$ ) como se puede observar en el Cuadro 13. El tratamiento que presentó mayor ganancia de altura desde el nacimiento a los 90 días fue LN6S1SADAF ( $24.50 \pm 4.681$ ), seguido por LN1SADAF ( $23.08 \pm 3.502$ ) y el tratamiento que logró menor ganancia de altura desde el nacimiento a los 90 días fue LN3DVAd ( $18.42 \pm 6.986$ ) como se muestra en el Cuadro 12 y gráficamente en la Figura 8.

Cuadro 13. Resultados de la prueba Kruskal Wallis para la variable Ganancia total de altura en cm del nacimiento a los 90 días.

N total	60
Estadístico de prueba	11.114 <sup>a</sup>
Grado de libertad	4
Sig. asintótica (prueba bilateral)	.025

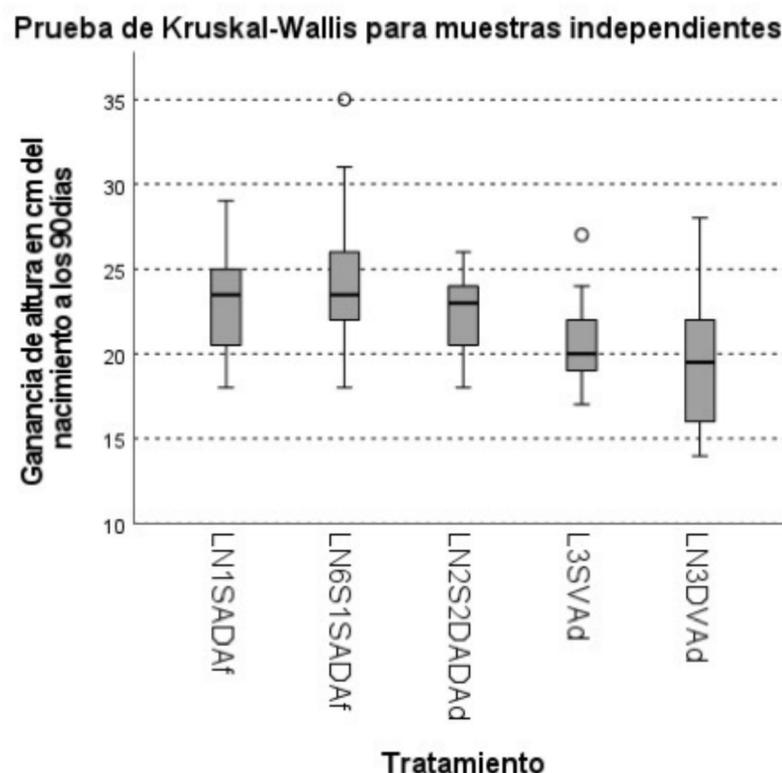


Figura 7. Gráfico de caja de los promedios de la ganancia de altura en centímetros del nacimiento a los 90 días de los diferentes tratamientos en terneras Holstein en el establo El Compás en Gómez Palacio Durango.

LN1SADAF= Tomaron levaduras desde el nacimiento y se les retiraron una semana antes del destete. LN6S1SADAF= Tomaron levaduras las primeras seis semanas de vida y una semana antes del destete. LN2S2DADAd= Tomaron levaduras las dos primeras semanas de vida y volvieron a tomar dos días antes del destete. L3SVAd= Tomaron levaduras solo la tercera semana de vida. LN3DVAd= Tomaron levaduras los primeros tres días de vida.

La ganancia de altura del nacimiento a los 90 días fue mayor en los tratamientos fue LN6S1SADAF seguido de LN1SADAF. No hay estudio en el cual se les dé seguimiento a los animales después de terminar el periodo de suplementación (Mitchell & Heinrichs, 2020). Lo cual se debe a que los tratamientos LN6S1SADAF y LN1SADAF presentaron mayor ganancia de altura al destete; ya que la ganancia de altura es progresiva presentaron mayor ganancia de altura a los 90 días de vida.

## V. CONCLUSIÓN

La suplementación con levaduras *Saccharomyces cerevisiae* en la leche de desecho la mayor parte del periodo previo al destete, mejora el crecimiento y

rendimiento de los animales al destete, con mayor peso y altura. Como recomendación para los productores sería suplementar con levaduras a las terneras durante todo el periodo previo al destete para tener una ganancia diaria de peso por arriba de  $1 \text{ kg}^{-1} \text{ tenera}^{-1} \text{ día}$ ; y si se busca mejorar los parámetros de las terneras destetadas se recomienda suplementar con levaduras en el alimento sólido por lo menos un mes después del destete, e ir bajando la dosis poco a poco hasta retirar por completo para no tener caída de consumo.

El tratamiento LN6S1SADAF fue el que mostró mejores resultados en cuanto a ganancia diaria promedio al destete, ganancia de peso al destete, ganancia de altura al destete, ganancia de peso y de altura del nacimiento a los 90 días con 1.154 kg promedio, 74.42 kg promedio y 19.67 cm promedio, 82.50 kg promedio, 24.50 cm promedio respectivamente.

El tratamiento LN3DVAd fue el que mostró mejor ganancia diaria promedio del destete a los 90 días con 0.482 kg promedio.

El tratamiento L3SVAd fue el que mostró mayor peso del destete a los 90 días con 23.33 kg promedio.

En cuanto a ganancia de altura del destete a los 90 días los tratamientos fueron estadísticamente iguales.

## VI. LITERATURA CITADA

- Administración Municipal. (2022, January 1). *Introducción | Transparencia Gómez Palacio*.  
<https://transparencia.gomezpalacio.gob.mx/index.php/introduccion/>
- Albarrán-Portillo, B., Rebollar-Rebollar, S., García-Martínez, A., Rojo-Rubio, R., Avilés-Nova, F., & Arriaga-Jordán, C. M. (2015). Socioeconomic and productive characterization of dual-purpose farms oriented to milk production in a subtropical region of Mexico. *Tropical Animal Health and Production*, 47(3), 519–523. <https://doi.org/10.1007/s11250-014-0753-8>
- Alnaimy Mostafa Habeeb, A. (2017). Importance of Yeast in Ruminants Feeding on Production and Reproduction. *Ecology and Evolutionary Biology*, 2(4), 49. <https://doi.org/10.11648/j.eeb.20170204.11>
- Alugongo, G. M., Xiao, J., Wu, Z., Li, S., Wang, Y., & Cao, Z. (2017). Review: Utilization of yeast of *Saccharomyces cerevisiae* origin in artificially raised calves. In *Journal of Animal Science and Biotechnology* (Vol. 8, Issue 1). BioMed Central Ltd. <https://doi.org/10.1186/s40104-017-0165-5>
- Amin, A. B., & Mao, S. (2021). Influence of yeast on rumen fermentation, growth performance and quality of products in ruminants: A review. In *Animal Nutrition* (Vol. 7, Issue 1, pp. 31–41). KeAi Communications Co. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2020.10.005>
- Cangiano, L. R., Yohe, T. T., Steele, M. A., & Renaud, D. L. (2020). INVITED REVIEW: Strategic use of microbial-based probiotics and prebiotics in dairy calf rearing. In *Applied Animal Science* (Vol. 36, Issue 5, pp. 630–651). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.15232/aas.2020-02049>
- Cho, Y. il, & Yoon, K. J. (2014). An overview of calf diarrhea - infectious etiology, diagnosis, and intervention. *Journal of Veterinary Science*, 15(1), 1–17. <https://doi.org/10.4142/jvs.2014.15.1.1>
- DeVries, T. J., & Chevaux, E. (2014). Modification of the feeding behavior of dairy cows through live yeast supplementation. *Journal of Dairy Science*, 97(10), 6499–6510. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-8226>
- Diamond V. (2019). *SmartCare® - Aditivo para alimentación de terneros lecheros / Sustituto de leche - Diamond V*.  
<https://diamondv.com/products/smartcare/#1549386519462-09d55bd5-a9151608061457786>

- dos Santos, G., & Bittar, C. M. M. (2015). A survey of dairy calf management practices in some producing regions in Brazil. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 44(10), 361–370. <https://doi.org/10.1590/S1806-92902015001000004>
- FAO. (2020). *Indices de producción*. <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QI>
- Fröhdeová, M., Mlejnková, V., Lukešová, K., & Doležal, P. (2014). Effect of prepartum supplementation of yeast culture (*saccharomyces cerevisiae*) on biochemical parameters of dairy cows and their newborn calves. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 62(5), 897–904. <https://doi.org/10.11118/actaun201462050897>
- Google Maps. (2022, February 27). *Ubicación*. <https://www.google.com.mx/maps/place/25%C2%B040'43.6%22N+103%C2%B022'30.6%22W/@25.6791984,-103.3754296,177m/data=!3m1!1e3!4m3!1m7!3m6!1s0x0:0x1001a7b340141d3f!2zMjYzMDQwJzQzLjYiTiAxMDPCsDlyJzMwLjYiVw!3b1!8m2!3d25.678765!4d-103.3751679!3m4!1s0x0:0x1001a7b340141d3f!8m2!3d25.678765!4d-103.3751679!5m1!1e4>
- Han, G., Gao, X., Duan, J., Zhang, H., Zheng, Y., He, J., Huo, N., Pei, C., Li, H., & Gu, S. (2021). Effects of yeasts on rumen bacterial flora, abnormal metabolites, and blood gas in sheep with induced subacute ruminal acidosis. *Animal Feed Science and Technology*, 280. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2021.115042>
- Hancox, L. R., le Bon, M., Richards, P. J., Guillou, D., Dodd, C. E. R., & Mellits, K. H. (2015). Effect of a single dose of *Saccharomyces cerevisiae* var. *boulardii* on the occurrence of porcine neonatal diarrhoea. *Animal*, 9(11), 1756–1759. <https://doi.org/10.1017/S1751731114002687>
- Harris, T. L., Liang, Y., Sharon, K. P., Sellers, M. D., Yoon, I., Scott, M. F., Carroll, J. A., & Ballou, M. A. (2017). Influence of *Saccharomyces cerevisiae* fermentation products, SmartCare in milk replacer and Original XPC in calf starter, on the performance and health of preweaned Holstein calves challenged with *Salmonella enterica* serotype Typhimurium. *Journal of Dairy Science*, 100(9), 7154–7164. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-12509>
- Hill, S. R., Hopkins, B. A., Davidson, S., Bolt, S. M., Diaz, D. E., Brownie, C., Brown, T., Huntington, G. B., & Whitlow, L. W. (2009). The addition of cottonseed hulls to the starter and supplementation of live yeast or mannanoligosaccharide in the milk for young calves. *Journal of Dairy Science*, 92(2), 790–798. <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1320>

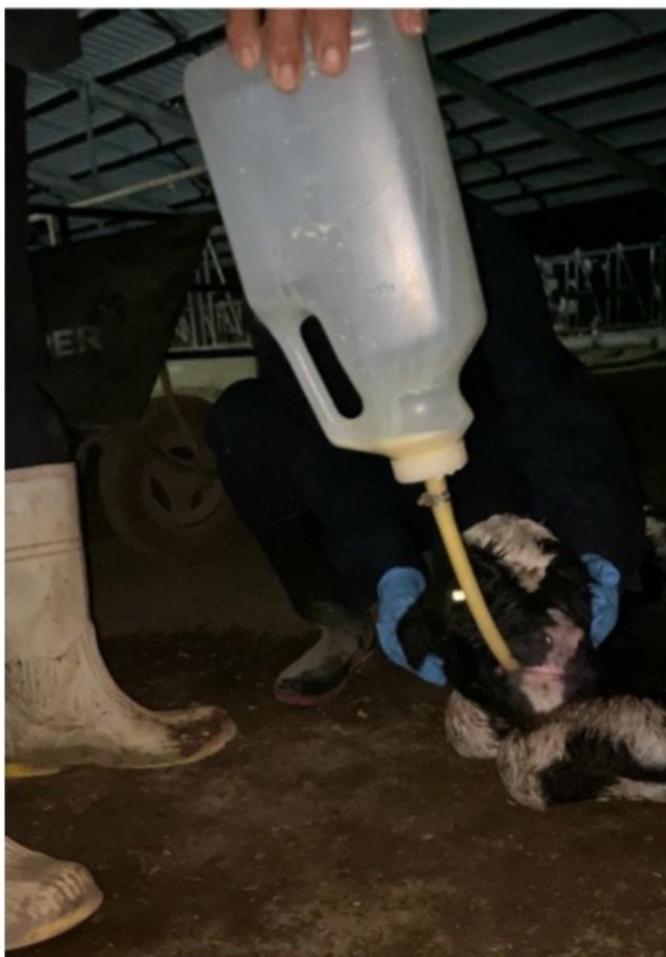
- Hyde, R. M., Green, M. J., Hudson, C., & Down, P. M. (2021). Factors associated with daily weight gain in preweaned calves on dairy farms. *Preventive Veterinary Medicine*, 190. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2021.105320>
- Justyna Żychlińska-Buczek, Edyta Bauer, Joanna Kania-Gierdziewicz, & Anna Wrońska. (2015). The Main Causes of Calf Mortality in Dairy Farms in Poland. *Journal of Agricultural Science and Technology A*, 5(5). <https://doi.org/10.17265/2161-6256/2015.05.008>
- Kapaj, A., & Deci, E. (2017). World milk production and socio-economic factors effecting its consumption. In *Dairy in Human Health and Disease across the Lifespan* (pp. 107–115). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809868-4.00007-8>
- Kiros, T. G., Luise, D., Derakhshani, H., Petri, R., Trevisi, P., D’Inca, R., Auclair, E., & van Kessel, A. G. (2019). Effect of live yeast *Saccharomyces cerevisiae* supplementation on the performance and cecum microbial profile of suckling piglets. *PLoS ONE*, 14(7). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0219557>
- Klein-Jöbstl, D., Iwersen, M., & Drillich, M. (2014). Farm characteristics and calf management practices on dairy farms with and without diarrhea: A case-control study to investigate risk factors for calf diarrhea. *Journal of Dairy Science*, 97(8), 5110–5119. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-7695>
- Kochewad, S. A., Singh, J. P., Patil, V. M., Kumar, V., & Bhokre, S. M. (2013). *Calf mortality-causes and control measures*.
- Lavet. (2016, July 22). *Razas de vacas lecheras en México*. – Lavet. <https://www.lavet.com.mx/razas-vacas-lecheras-mexico/>
- Lin, X., Zhang, T., Ju, L., Jiang, Y., Hou, Q., Hu, Z., Wang, Y., & Wang, Z. (2021). Effects of Supplemental Feeding of Probiotics during Lactation on Rumen Microflora of Calves after Weaning. *Advances in Bioscience and Biotechnology*, 12(07), 213–228. <https://doi.org/10.4236/abb.2021.127014>
- Loera, J., & Banda, J. (2017). Industria lechera en México: parámetros de la producción de leche y abasto del mercado interno. *Revista de Investigaciones Altoandinas - Journal of High Andean Research*, 19(1), 419–426. <https://doi.org/10.18271/ria.2017.317>
- Maamouri, O., & ben Salem, M. (2022). The effect of live yeast *Saccharomyces cerevisiae* as probiotic supply on growth performance, feed intake, ruminal pH and fermentation in fattening calves. *Veterinary Medicine and Science*, 8(1), 398–404. <https://doi.org/10.1002/vms3.631>

- Márquez. (2013, October 6). *Generalidades de la Ganadería Bovina.: Jersey*.  
<http://generalidadesdelaganaderiabovina.blogspot.com/2013/10/jersey.html>
- Mitchell, L. K., & Heinrichs, A. J. (2020). Feeding various forages and live yeast culture on weaned dairy calf intake, growth, nutrient digestibility, and ruminal fermentation. *Journal of Dairy Science*, 103(10), 8880–8897.  
<https://doi.org/10.3168/jds.2020-18479>
- Moran, J. B. (2011). Factors affecting high mortality rates of dairy replacement calves and heifers in the tropics and strategies for their reduction. In *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* (Vol. 24, Issue 9, pp. 1318–1328). Asian-Australasian Association of Animal Production Societies.  
<https://doi.org/10.5713/ajas.2011.11099>
- Murakami, E., Shionoya, T., Komenoi, S., Suzuki, Y., & Sakane, F. (2016). Cloning and characterization of novel testis-Specific diacylglycerol kinase  $\eta$  splice variants 3 and 4. *PLoS ONE*, 11(9).  
<https://doi.org/10.1371/journal.pone>
- Neumann, M., Ueno, R. K., Leão, G. F. M., Figueira, D. N., & Spada, C. A. (2014). Probiotic (*Saccharomyces cerevisiae*) effect on carcass characteristics and non-integrant components of Holsteinbull calves in feedlot. *Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada Nas Ciências Agrárias*, 7(1). <https://doi.org/10.5935/paet.v7.n1.09>
- Özsoy, B., Yalçın, S., Erdoğan, Z., Cantekin, Z., & Aksu, T. (2013). Effects of live yeast culture supplementation in goats 263 Effects of dietary live yeast culture on fattening performance on some blood and rumen fluid parameters in goats. In *Revue Méd. Vét* (Vol. 164).
- Pecuarios.com. (2017, June 2). *Holstein*.  
<https://www.ganaderia.com/raza/holstein>
- SADER. (2015, June 8). *Ganadería bovina y sus derivados | Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural | Gobierno | gob.mx*.  
<https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/ganaderia-bovina-y-sus-derivados>
- SAGARPA. (2018, May 30). *Crece la producción de leche en México: SAGARPA | Representación AGRICULTURA Colima | Gobierno | gob.mx*.  
<https://www.gob.mx/agricultura/colima/articulos/crece-la-produccion-de-leche-en-mexico-sagarpa-158944?idiom=es>
- Saldana, D. J., Jones, C. M., Gehman, A. M., & Heinrichs, A. J. (2019). Effects of once- versus twice-a-day feeding of pasteurized milk supplemented with yeast-derived feed additives on growth and health in female dairy calves.

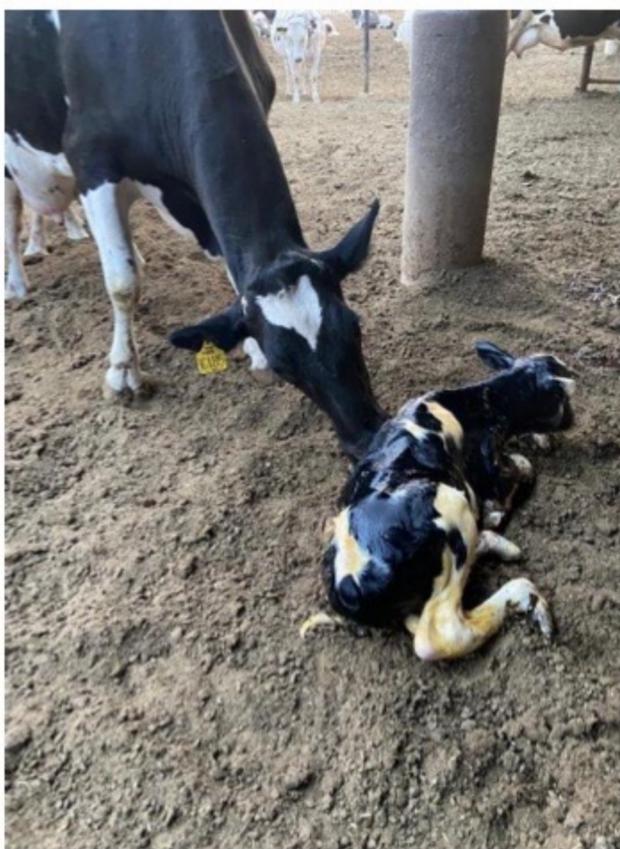
*Journal of Dairy Science*, 102(4), 3654–3660.  
<https://doi.org/10.3168/jds.2018-15695>

- Salinas-Chavira, J., Montano, M. F., Torrentera, N., & Zinn, R. A. (2018). Influence of feeding enzymatically hydrolysed yeast cell wall + yeast culture on growth performance of calf-fed holstein steers. *Journal of Applied Animal Research*, 46(1), 327–330. <https://doi.org/10.1080/09712119.2017.1299742>
- Salvati, G. G. S., Morais Júnior, N. N., Melo, A. C. S., Vilela, R. R., Cardoso, F. F., Aronovich, M., Pereira, R. A. N., & Pereira, M. N. (2015). Response of lactating cows to live yeast supplementation during summer. *Journal of Dairy Science*, 98(6), 4062–4073. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-9215>
- Sartori, E. D., Canozzi, M. E. A., Zago, D., Prates, Ê. R., Velho, J. P., & Barcellos, J. O. J. (2017). The Effect of Live Yeast Supplementation on Beef Cattle Performance: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Agricultural Science*, 9(4), 21. <https://doi.org/10.5539/jas.v9n4p21>
- Soren, N. M., Tripathi, M. K., Bhatt, R. S., & Karim, S. A. (2012). Effect of yeast supplementation on the growth performance of Malpura lambs. *Tropical Animal Health and Production*, 45(1), 547–554. <https://doi.org/10.1007/s11250-012-0257-3>
- Weather Spark. (2022, May 27). *El tiempo en Gomez Palacio en mayo, temperatura promedio (México) - Weather Spark*. <https://es.weatherspark.com/m/4002/5/Tiempo-promedio-en-mayo-en-Gomez-Palacio-M%C3%A9xico#Figures-Temperature>
- Zhang, C., Zhang, J., Yu, Z., Zhou, G., & Yao, J. (2022). Effects of supplementation with *Saccharomyces cerevisiae* products on dairy calves: A meta-analysis. *Journal of Dairy Science*, 105(9), 7386–7398. <https://doi.org/10.3168/jds.2021-21519>

## Anexos



Fotografía 1. Alimentación en ternera recién nacida por medio de sonda



Fotografía 2. Ternera recién nacida



Fotografía 3. Terneras siendo alimentadas con leche (leche + levadura)



Fotografía 4. Pesaje y medición de terneras al destete



Fotografía 5. Pesaje y medición de terneras a los 90 días



Fotografía 6. Alimentación de ternera por medio de teta al segundo día de vida



Fotografía 7. Levadura antes de ser pesada



Fotografía 8. Ternera alimentándose (leche + levadura)



Fotografía 9. Terneras siendo trasladadas del área de partos al área de crianza



Fotografía 10. Terneras en corrales después de ser destetadas